

**Universitat de Lleida**

**Grau en Fisioteràpia**

*Efectividad de un programa de ejercicios y pedaleo hacia atrás en atletas afectados de Síndrome de Dolor Femoropatelar en el Centro de alto rendimiento de Madrid.*

Por: María Bruis Gracia Pera

**Facultat d'Infermeria**

Tutor: Valenzuela Pascual, Francesc

*Trabajo Final de Grado*

*Proyecto de investigación*

*Curso 2013-2014*

*26 de mayo de 2014*

## **INDICE**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
DEFINICIÓN.....	5
FISIOPATOLOGÍA. ....	5
DOLOR .....	6
CLASIFICACIÓN. ....	6
TRATAMIENTO.....	7
<i>Cuádriceps</i> .....	7
<i>Otros músculos</i> .....	8
BICICLETA .....	8
<i>Pedaleo. Tipos y análisis</i> .....	8
JUSTIFICACIÓN.....	9
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
OBJETIVO PRINCIPAL. ....	10
OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	10
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
ÁMBITO DE ESTUDIO .....	10
TIPO DE DISEÑO .....	10
SUJETOS DE ESTUDIO .....	11
<i>Criterios de inclusión y exclusión</i> .....	11
VARIABLES .....	11
MANEJO DE LA INFORMACIÓN .....	13
GENERALIZACIÓN Y APLICABILIDAD .....	13
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	13
PLAN DE INTERVENCIÓN.....	14
<b>CALENDARIO .....</b>	<b>17</b>
<b>LIMITACIÓN Y SESGO .....</b>	<b>18</b>
<b>PROBLEMAS ÉTICOS.....</b>	<b>18</b>
<b>ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>18</b>
<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>21</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>22</b>
<b>BIBLIOGRAFIA IMAGENES.....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>26</b>
<i>ANEXO 1 VISA-P SCORE</i> .....	26
<i>ANEXO 2 TEST</i> .....	29
<i>ANEXO 3 DESCRIPCIÓN DE LOS EJERCICIOS DEL PLAN DE INTERVENCIÓN</i> .....	32
<i>ANEXO 4 PROTOCOLO DEL CAR</i> .....	39
<i>ANEXO 5 CONSENTIMIENTOS INFORMADOS</i> .....	40

## RESUMEN

¿Los atletas tratados con Síndrome de dolor femoropatelar que reciban un plan de prevención mediante el pedaleo hacia atrás disminuirán la recurrencia?

El objetivo de dicho estudio es la reducción de la recurrencia en los atletas diagnosticados de Síndrome de dolor femoropatelar (PFPS) mediante la incorporación del pedaleo hacia atrás en el plan de prevención.

Metodología: estudio experimental, controlado, aleatorio y simple ciego. Se elegirá una muestra de 20 pacientes diagnosticados de PFPS y que ya han recibido tratamiento. Se asignará de forma aleatoria y equitativa, 10 sujetos al grupo control y 10 sujetos al grupo experimental. El plan de intervención tendrá una duración de 10 semanas, 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes). Se recogerán datos acerca de los síntomas, la función y la capacidad para hacer deporte (VISA-p), el rendimiento funcional (Anteromedial lunge test, Step-down, Single-leg press, Bilateral squat, Balance and reach), la actividad electromiográfica simultánea del Vasto Medial Oblicuo y el Vasto Lateral, y la adherencia al plan de prevención. Estas variables se medirán al inicio, a las 5 semanas, al final del tratamiento (10 semanas) y a las 40 semanas de comenzar el estudio.

Palabras claves: Síndrome de Dolor Patelofemoral, Atletas, Recurrencia.

## ABSTRACT

Will athletes treated from Patellofemoral pain syndrome receive a prevention plan by pedaling backwards to decrease recurrence?

The purpose of this study is the reduction of recurrence in athletes diagnosed with patellofemoral pain syndrome (PFPS) by incorporating pedaling backwards in the prevention plan.

Methodology: experimental, controlled, randomized, single-blind trial. A sample of 20 patients diagnosed with PFPS will be chosen and who have already received treatment. They will be assigned randomized and equitably, 10 subjects in the control group and 10 subjects in the experimental group. The intervention plans have a duration of 10 weeks, 3 times a week (Monday, Wednesday and Friday). Data will be collected on symptoms, function and the ability to play sports (VISA-p), functional performance (Anteromedial lunge test, Step-down, Single-leg press, Bilateral squat, Balance and reach), simultaneous electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis and adherence to prevention plan. These variables were will be measured from the beginning, 5 weeks, at end of treatment (10 weeks) and 40 weeks from starting the study.

Keywords: Patellofemoral pain syndrome, Athletes, Recurrence.

## INTRODUCCIÓN

### ***Definición.***

El síndrome de dolor femoropatelar (PFPS) es el término utilizado para describir el grupo de síntomas y signos que producen dolor en la parte anterior de la rodilla (1,2), sin una causa anatómica existente y el dolor como el síntoma que experimentan la mayoría de los pacientes (1). Incluye condromalacia patelar, condropatía rotuliana, artralgia patelar, rodilla del corredor, rodilla del saltador y dolor referido de la cadera. Excluyendo los pacientes que presentan dolor por patologías intraarticulares, tendinopatía rotuliana, bursitis prepatelar, síndrome de Plica, Sinding Larsen Johanson, Osgood Schlatter y enfermedad de Hoffa (1).

### ***Fisiopatología.***

El movimiento de la rótula está mediado por la distribución de las cargas sobre la articulación, influido por elementos locales o remotos. Considerando que las distintas partes del cuerpo están interrelacionadas, los factores remotos como la rotación femoral interna, valgo de rodilla, rotación tibial, flexibilidad muscular y pronación subtalar, influirán sobre el movimiento de la rótula. También intervendrán factores locales, como la posición de la misma, la tensión de los tejidos blandos y el control neuromuscular de los vastos medial y lateral. Por tanto, la combinación de estos factores intrínsecos y extrínsecos, producirán el PFPS (3). Asimismo lesiones anteriores en la rodilla, historia de subluxaciones o dislocaciones de la rótula, pueden incentivar la aparición del síndrome (3).

Hay una serie de factores de riesgo que influyen sobre estos elementos como el aumento del ángulo Q, incrementando la tensión articular (4), porque cambia las fuerzas de contacto y presión. El ángulo Q está constituido por la línea que une la espina iliaca antero superior y el centro de la rótula, y por la línea que une el centro de la rótula y la tuberosidad anterior de la tibia. Un ángulo superior a 20° estaba asociado a PFPS y al sexo femenino, pero un estudio de Haim (5) relaciona el aumento de dicho ángulo con la altura de los individuos, no por la dimensión pélvica. El acortamiento de los isquiotibiales puede producir una ligera flexión de rodilla, aumentando también las fuerzas sobre la articulación. También se asocia con una debilidad del músculo iliopsoas, ya que se produce una desestabilización de la pelvis, que el individuo compensa con una anteversión pélvica y una rotación interna de fémur, aumentando el citado ángulo y dando como resultado un incremento de las fuerzas (4).

Labotz (6) señala que no hay un aumento de fuerzas a través de la articulación, sino una concentración anormal de las mismas en un área muy pequeña de la superficie articular. Estas pueden ser causadas

por un evento concreto o por cargas repetitivas, ya que la mayoría de los pacientes no describen un evento concreto (1).

Dye (7) desarrolla una nueva teoría, afirmando que la articulación femoropatelar recibe fuerzas con una distribución y carga características, manteniendo la homeostasia de los tejidos articulares. Si estas cargas aumentan o se reducen, la homeostasia cambiará, produciendo dolor y otras disfunciones. Sin embargo el origen del dolor no será el cartílago hialino, ya que no posee terminaciones nerviosas, por tanto será generado por otras estructuras como el hueso subcondral y el retináculo. La lesión del cartílago es habitual localizarla en pacientes con síndrome femoropatelar (6). Sin embargo, otro artículo relaciona el PFPS con una disminución del flujo sanguíneo patelar, ya que las fuerzas mecánicas reducen el flujo arterial entre los 20 y 90° grados de flexión de rodilla, produciendo una isquemia tisular (8).

### ***Dolor***

El dolor es complicado de definir, los pacientes no precisan una localización exacta y los niveles de dolor no son similares (1), aunque hay detalles importantes como el inicio, calidad, localización, y actividades que lo agravan (subir escaleras, sentarse durante mucho tiempo, llevar tacones, hacer deporte)(9). Puede tener una manifestación bilateral. Hay seis posibles fuentes estructurales de dolor :hueso subcondral, membrana sinovial, retináculo, piel, músculo y nervio (10). Una mala alineación del mecanismo extensor puede conducir a una sobrecarga del retináculo y hueso subcondral, logrando activar las fibras nociceptivas y produciendo dolor. Esta situación puede cronificarse (10).

### ***Clasificación.***

El grupo de rehabilitación europeo sobre el tratamiento no quirúrgico de los pacientes con PFPS, ante las múltiples causas y orígenes de este síndrome, realizó una clasificación en base a estas causas u orígenes (1):

- Mala alineación
  - Toda la pierna. La postura es la base del movimiento, por lo cual debemos corregirla primero y después iniciar el proceso de rehabilitación.
  - Articulación femoropatelar. El origen puede ser muscular o no.
- Disfunción muscular
  - Déficit de fuerza. Podemos encontrarlo en dos localizaciones, solo en el vasto medial oblicuo (VMO) o en todo el cuádriceps

- Disfunción neuromuscular. Contracción más rápida del vasto lateral (VL) respecto al vasto medial (VM).
- Flexibilidad. Pérdida de flexibilidad de los isquiotibiales, gastrocnemios, recto femoral y cintilla iliotibial.

### **Tratamiento**

Con la clasificación enumerada anteriormente, podemos observar que no todos los síndromes de dolor femoropatelar requieren el mismo tratamiento, ya que según el origen del problema variaría en tipo de ejercicios y realización de los mismos.

La incidencia de este síndrome sobre la población varía, según Bizzini (11) representa entre el 25% y el 40% de las visitas a centros deportivos por dolor en la rodilla, mientras que Crossley (12) señala que posee una influencia del 7% en la población adulta activa, con una mayor prevalencia en las mujeres.

El tratamiento de fisioterapia actual está compuesto en la fase aguda por hielo y reposo, para reducir el dolor y la inflamación. Para continuar con programa de ejercicios, con el objetivo de restaurar la fuerza del cuádriceps, fortalecer los rotadores externos de cadera y el estiramiento de las regiones comprimidas (6). Además de lo mencionado anteriormente, la literatura existente introduce otras técnicas como la acupuntura(11), vendaje de McConnell(9), terapia manual (11) y ortesis(6). Bizzini (11) concluye que los pacientes que reciben un programa de ejercicios adecuado, reciben el alta del servicio de fisioterapia con mayor rapidez. Las órtesis y el vendaje son dos técnicas que no tienen una evidencia clara, que argumente y apoye su uso (11,13), mientras que en la clínica diaria se siguen utilizando. La órtesis busca modificar la posición del pie y la pierna, tanto en dinámico como en estático, para restaurar la posición normal de la rótula. El vendaje quiere corregir la posición de la rótula y favorecer su realineación, pretendiendo reducir el dolor y las fuerzas sobre la articulación (11).

### **Cuádriceps**

El núcleo de los tratamientos es el cuádriceps. Músculo con cuatro cabezas musculares con distinta orientación de fibras respecto al tendón cuadricipital. Se diferencian cinco orientaciones distintas: vasto lateral oblicuo a 35°, vasto lateral largo 14°, crural y recto femoral(RF) a 0°, vasto medial lateral a 15°, y vasto medial oblicuo(VMO) a 47° (4). El VMO se inserta directamente en la rótula y la lleva hacia medial en la extensión de rodilla, mientras que las fibras del VL y del VM se insertan en el tendón cuadricipital, asistiendo al RF en la extensión de rodilla (14).

Hay dos aspectos destacados por diversos estudios que debemos considerar, la disfunción neuromotora y la atrofia de cuádriceps. En los estudios electromiográficos se observa una disfunción neuromotora significativa en los pacientes con PFPS (4) y un retraso en el inicio de la actividad del

VMO respecto al VL (15,16), aunque la diferencia es muy pequeña se trata de un valor significativo y puede influir en el tratamiento. Desconocemos si se trata de un factor causal o ya estaba presente este retraso antes de la aparición del dolor(16). Asimismo, en el estudio desarrollado por Pattyn et al (14) los sujetos con PFPS presentaban una disminución de 2cm en el área de sección transversal del VMO respecto a individuos sanos, sin embargo no existía tal diferencia a nivel del VL. En una revisión posterior (17), en la cual se analizan diversos estudios, se corrobora la existencia de tal atrofia, aunque faltan estudios de calidad que especifiquen la diferencias entre las distintas secciones del cuádriceps. Los estudios nos muestran una disfunción neuromotora, un retraso en la actividad del VMO respecto al VL y una atrofia del cuádriceps. Por tanto, se insta un programa de reentrenamiento mediante terapia física, para trabajar el reclutamiento, momento y fuerza del VMO (13), con el objetivo de que el VMO y el VL trabajen en sinergia, y cambiar el patrón motor (16,18). No obstante los ejercicios deben realizarse siempre en un rango libre de dolor(13).

### **Otros músculos**

Aunque el centro del proceso es el cuádriceps, hay otros músculos implicados en el PFPS: adductores, abductores, rotadores externos de cadera, extensores de cadera (13), musculatura del cinturón abdominal (19). Los extensores de cadera contribuyen con 25% de la energía necesaria para caminar, si hay una debilidad, no se produce una absorción de carga suficiente y se transmite a otras articulaciones de la extremidad(9). Así que se realiza un aumento de fuerza de todos los músculos de la extremidad, para que el VMO pueda realizar unas contracciones estables (4)

### ***Bicicleta***

Este síndrome lo padecen con frecuencia corredores de larga distancia a los que se recomienda realizar actividades aeróbicas y en ausencia de dolor, para mantener su condición física. Una de las actividades recomendadas y que ayuda al fortalecimiento del cuádriceps, es la bicicleta (6). Pedaleo es una forma de trabajo en cadena cinética cerrada, en la que podemos controlar la cadencia, velocidad, distancia y la resistencia (20).

### **Pedaleo. Tipos y análisis.**

En los análisis sobre el pedaleo, este se divide en tres pares(20,21). El par de extensión/flexión que acelera el pie hacia la extensión o la flexión respecto a la pelvis, el par anterior/posterior que lleva el pie hacia anterior y posterior respecto a la pelvis, y el plantar/dorsal que lleva el pie a la flexión plantar o la dorsiflexión. El pedaleo hacia adelante es utilizado en la rehabilitación del PFPS, sin embargo se ha observado que en el pedaleo hacia atrás, el cuádriceps desarrolla más fuerza que pedaleando hacia adelante, produciendo un 47% de la fuerza total frente a un 37% en el otro sentido. Además, durante el



pedaleo hacia atrás el recto femoral contribuye en el par de extensión y en el anterior con una contracción excéntrica (21), ayudando a aumentar el tamaño y la fuerza del mismo (22).

### ***Justificación.***

El PFPS es un síndrome que tiende a la cronicidad(4), Waryasz recomienda una lista de ejercicios de prevención, centrados en aumentar la potencia, disminuir el riesgo de lesión y promover un equilibrio de fuerzas musculares (4). Pero según el último congreso internacional sobre el PFPS, éste presenta un gran problema ya que el 40% de los pacientes que lo padecen, después de un año de tratamiento basado en ejercicios de potenciación muscular no experimentan una mejoría respecto al dolor (23). El programa de prevención no solo se debe centrar en los objetivos marcados por Waryasz, sino que debe realizar un reentrenamiento del VMO para que se produzca una activación simultanea del VL y VMO (24). Por tanto, el pedaleo hacia atrás podría ser un ejercicio complementario a la tabla de ejercicios mencionada anteriormente, y prevenir esta descoordinación de activación que se produce entre el VMO y el VL, ya que al pedalear hacia atrás la contracción de ambos vastos se produce simultáneamente (21). Además, los vastos tienen que realizar una mayor proporción de la fuerza total que pedaleando hacia delante. Asimismo en los primeros grados de pedaleo se producen contracciones excéntricas, las cuales está demostrado que su inclusión en los programas de rehabilitación mejora los resultados (4).

## HIPÓTESIS

El pedaleo hacia atrás produce una activación simultánea del vasto medial y el vasto lateral evitando la descoordinación en la activación, siendo este retraso una de las causas de recurrencia en el PFPS.

## OBJETIVOS

### ***Objetivo principal.***

Evaluar la disminución de la recurrencia en atletas diagnosticados de PFPS.

### ***Objetivos secundarios.***

Valorar la reducción de la convalecencia.

Analizar el aumento de la fuerza en el VM Y VL.

Conocer la adherencia al programa de prevención del PFPS en pacientes que han sido tratados para dicho síndrome, pero ahora son asintomáticos.

## METODOLOGÍA

### **Ámbito de estudio**

El estudio está planificado para desarrollarse durante el año 2015, en el Centro de Alto Rendimiento (CAR) de Madrid, con los atletas que forman parte de la sección de atletismo, con unas edades comprendidas entre 18 y 40 años, y cuya especialidad sea el fondo (+5000 metros).

### **Tipo de diseño**

Experimental: el investigador controla o manipula un factor del estudio, los participantes del mismo son pacientes sobre los que se evalúa la eficacia de una intervención terapéutica.

Controlado: se miden las variables al inicio, a las 5 semanas, al final del tratamiento (10 semanas) y a las 40 semanas de comenzar el estudio.

Aleatorio: la distribución de los pacientes se realiza al azar (12).

Simple ciego: los pacientes desconocen el grupo al cual han sido asignados. La recogida de datos es efectuada por personas distintas a las que dirigen o aplican los ejercicios.

### **Sujetos de estudio**

Se realiza un estudio piloto, para determinar el número de sujetos necesarios. Se escoge una muestra de 20 sujetos. Se realiza una distribución mediante un software informático de forma aleatoria y equitativa, para producir dos grupos de 10 pacientes. El grupo A (10 pacientes) recibirá un plan de ejercicios y bicicleta, con un tiempo destinado al pedaleo hacia atrás, mientras que el grupo B (10 pacientes) solo recibirá el plan de ejercicios y bicicleta.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

Inclusión:

- Diagnosticados de PFPS (25).
- Inicio del dolor hace más de 3 meses (14).
- Aceptación del consentimiento informado.
- Edad entre 18 y 40 años (12,14,26).
- Corredores de larga distancia (+5000 metros) (25).

Exclusión:

- Embarazo o 6 semanas después del parto (14,19).
- Cirugía previa en la zona como tratamiento de PFPS (12).
- Historia de subluxaciones de rótula (12,14,19).
- Uso prolongado de antiinflamatorios o corticoesteroides (12,19).
- Cirugía o trauma grave en la zona en el último año (14,19,27).

### **Variables**

Variables	Descripción	Objetivo
Escala VISA-p (28,29) . Anexo 1.	Cuestionario que evalúa los síntomas, la función y la capacidad para hacer deporte. Consta de 8 preguntas con una puntuación máxima de 100 puntos (individuo asintomático) y una mínima de 0 puntos (dolor e incapacidad máxima).	Evaluar la disminución de la recurrencia y la convalecencia.
Anteromedial lunge test (4,30)	Se registran las repeticiones que es capaz de realizar el paciente en 30	Evaluar la fuerza y resistencia de los músculos de la

<b>Anexo 2.</b>	segundos. Medición con ambas extremidad inferior. piernas. Valorar la recurrencia.
<b>Step-down (4,30) . anexo 2</b>	Se registran las repeticiones que es Evaluar la fuerza y resistencia capaz de realizar en 30 segundos. de los músculos de la Medición con ambas piernas. extremidad inferior. Valorar la recurrencia.
<b>Single-leg press (4,30). anexo 2</b>	Se registran las repeticiones que es Evaluar la fuerza y resistencia capaz de realizar en 30 segundos. de los músculos de la Medición con ambas piernas. extremidad inferior. Valorar la recurrencia.
<b>Bilateral squat (30). anexo 2</b>	Se registran las repeticiones que es Evaluar la fuerza y resistencia capaz de realizar en 30 segundos. de los músculos de la extremidad inferior. Valorar la recurrencia.
<b>Balance and reach (30). anexo 2</b>	Se registran las repeticiones que es Evaluar la fuerza y resistencia capaz de realizar en 30 segundos. de los músculos de la Medición con ambas piernas. extremidad inferior. Valorar la recurrencia.
<b>Actividad electromiográfica del VMO</b>	Se registra la actividad de dicho Estudiar el tiempo de activación músculo cuando el paciente está y el valor de fuerza que genera pedaleando, tanto la fuerza que dicho músculo. desarrolla como el tiempo de activación.
<b>Actividad electromiográfica del VL</b>	Se registra la actividad de dicho Estudiar el tiempo de activación músculo cuando el paciente está y el valor de fuerza que genera pedaleando, tanto la fuerza que dicho músculo. desarrolla como el tiempo de activación.
<b>Adherencia al plan de prevención</b>	Se consulta a los sujetos, cuantos han Examinar la adherencia al plan incluido la lista de ejercicios y el de prevención. pedaleo hacia atrás, en su plan de prevención frente al PFPS.

### **Manejo de la información**

La recogida de la información en las distintas fases del estudio, se llevará a cabo por el miembro del equipo responsable de esa sección. Como se detalla en el apartado de organización del estudio, cada miembro del equipo tiene asignadas unas tareas y con grupos distintos, para que la misma persona no agrupe siempre la información de un mismo grupo. Dichos datos se guardaran en un ordenador con sistema de seguridad, con un usuario y contraseña para poder acceder a él. También, desde el inicio del estudio hasta la publicación del informe final, dicho ordenador tendrá prohibido el acceso a internet, para garantizar que esté libre de virus informáticos y ninguna persona pueda acceder por control remoto a dicho equipo , y por tanto poder observar, analizar y robar datos del estudio o de los sujetos participantes en el mismo.

### **Generalización y aplicabilidad**

La aplicabilidad de los resultados que se obtendrán del presente estudio es bastante limitada, ya que el bajo número de sujetos y los criterios de inclusión hacen que vaya dirigido a un sector de la población muy pequeño. Por tanto no toda la población en general se podrá beneficiar del mismo, aunque si podría ser extrapolable a otros contextos, como triatletas, duatletas, corredores de montaña, u otros sectores del atletismo.

Para poder realizar una generalización de los resultados y poder justificar su aplicabilidad dentro de las ciencias de la salud, necesitaríamos una muestra de sujetos más amplia. Realizando un estudio no solo con los atletas del Car de Madrid, sino buscando la colaboración de otros centros de alto rendimiento de nuestro país (Sant Cugat, Sierra Nevada), de países extranjeros donde acuden deportistas de nuestra nacionalidad (Font Romeu- Francia) y el centro de tecnificación deportiva CAEP Soria.

Así podríamos obtener resultados más concisos y se podría cambiar el tratamiento que se está realizando con los atletas, introduciendo variaciones.

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico será realizado con el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences ) 22.1 para Windows (SPSS, Chicago,Illinois). Para los 20 sujetos, los test descritos en el anexo 2, serán realizados por dos fisioterapeutas distintos, para determinar la fiabilidad interobservador.

La parte descriptiva de la muestra se expone mediante las tablas de frecuencias. En ellas aparece la media aritmética, la desviación típica y los índices de forma o asimetría. Cuando se realice la

representación gráfica, se utilizará los histogramas para las variables cuantitativas continuas (Anteromedial lunge test, Step-down, Single-leg press, Bilateral squat, Balance and reach, Actividad electromiográfica del VMO y Actividad electromiográfica del VL) y los diagramas de barras para la variable cuantitativa discreta (Escala VISA-p) y la variable cualitativa nominal (Adherencia al plan de prevención).

Para la inferencia estadística, los datos se analizarán mediante tablas de contingencia, asumiendo el valor  $\alpha$  de 0,05 (5%) que es considerado como consenso en las ciencias de la salud. La comparación de las variables se ha realizado mediante el test ANOVA, las técnicas de t-student, chi cuadrado y la correlación de Pearson (con el respectivo gráfico de dispersión). Para cotejar los resultados obtenidos al inicio, durante el plan de intervención, al final y a las 40 semanas del inicio de la intervención.

### **Plan de intervención**

El plan de intervención del siguiente estudio tiene una duración de 10 semanas y se divide a los sujetos en dos grupos, el grupo experimental (grupo A) y el grupo control (grupo B). Los ejercicios que realizarán se describen en el *anexo 3*, ya que las repeticiones, intensidad y progresión deben especificarse según el grupo. Se diferencian cuatro tipos distintos de ejercicios: fuerza, poliarticulares, específicos de un grupo muscular y de estiramiento (4).

Aunque dos ejercicios pueden incluirse dentro de una misma categoría, las repeticiones no serán las mismas, por tanto en base a las repeticiones, series o tiempo del isométrico, se clasifican los ejercicios en cuatro categorías.

<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Resisted Squat Jump.</li> <li>- Box Jump.</li> <li>-Squats 40° Flexión de rodilla.</li> <li>- Forward Lunge.</li> <li>-Forward Step-Ups</li> <li>- Romanian Dead Lift (RDL)</li> <li>- Back Extension</li> <li>- Extensión final de rodilla en cadena cinética cerrada</li> <li>- Resistencia manual con goma</li> </ul>
<b>B</b>	-Puentes

<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thomas Test Stretch/ Single Leg Sprinter Stretch</li> <li>- Ely Test Stretch</li> <li>-Four Point Stretch</li> <li>-Rotación interna de cadera</li> <li>-Rotación externa de cadera.</li> <li>-Figure-of-Four Stretch</li> <li>-Lying IT Band Stretch</li> <li>-Seated IT Band Stretch</li> </ul>
<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Supine AIS Gastrocnemius Stretch</li> <li>-Supine AIS Dorsiflexion Hamstring Stretch</li> <li>-Supine AIS Plantarflexion Hamstring Stretch</li> <li>-Long AIS Adductors Stretch</li> </ul>

Las repeticiones de los ejercicios dinámicos o el tiempo de contracción en los ejercicios isométricos, lo clasificaremos en 3 categorías, como se detalla en la siguiente tabla.

<b>Denominación</b>	<b>Suave (S)</b>	<b>Moderado (M)</b>	<b>Exigente (E)</b>
<b>A</b>	3x8	4x6	4x8
<b>B</b>	3x30	4x30	4x50
<b>C</b>	1x30	1x45	1x60
<b>D</b>	1x6	1x8	1x10

La intervención tendrá una duración de 10 semanas, donde se introducirá carga e intensidad en los ejercicios progresivamente, y la parte fundamental del estudio el pedaleo hacia atrás.

A continuación se detalla el plan de intervención del grupo B (grupo control), donde se especifica las semanas, las series de repetición de los ejercicios, el tiempo de descanso entre series y el tiempo de bicicleta. La inclusión de la bicicleta en el estudio es con la intención de mantener la función cardiovascular de los deportistas, manteniendo siempre una cadencia de pedaleo entre 55 y 65 revoluciones por minuto (rpm) (20).

<b>Semanas</b>	<b>Series</b>			<b>Tiempo de descanso</b>	<b>Bicicleta</b>
	<b>Lunes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Viernes</b>		
<b>1ª semana</b>	Suave	Suave	Suave	2 minutos	30 minutos

<b>2ª semana</b>	Moderado	Suave	Suave	2 minutos	30 minutos
<b>3ª semana</b>	Moderado	Suave	Moderado	2 minutos	35 minutos
<b>4ª semana</b>	Moderado	Suave	Moderado	2 minutos	35 minutos
<b>5ª semana</b>	Moderado	Suave	Moderado	2 minutos	40 minutos
<b>6ª semana</b>	Moderado	Moderado	Moderado	2 minutos	40 minutos
<b>7ª semana</b>	Exigente	Moderado	Moderado	2 minutos	40 minutos
<b>8ª semana</b>	Exigente	Moderado	Exigente	2 minutos	40 minutos
<b>9ª semana</b>	Exigente	Moderado	Exigente	2 minutos	50 minutos
<b>10ª semana</b>	Exigente	Exigente	Exigente	2 minutos	50 minutos

Después se detalla el plan de intervención del grupo A (grupo experimental), especificando las semanas, las series de repetición de los ejercicios cada semana, el tiempo de descanso entre series, el tiempo de bicicleta y los minutos que deberá pedalear hacia atrás. Los minutos que realicen bicicleta, se realizarán sin carga ni resistencia, buscando el mantener la función cardiovascular de los deportistas, aunque manteniendo la cadencia entre 55 y 65 rpm (20). El tiempo que realicen pedaleo hacia atrás está incluido dentro del tiempo global de bicicleta.

<b>Semana s</b>	<b>Series</b>			<b>Tiempo de descanso (minutos)</b>	<b>Bicicleta (minutos)</b>	<b>Pedaleo hacia atrás (minutos)</b>		
	<b>Lunes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Viernes</b>			<b>Lunes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Viernes</b>
<b>1ª semana</b>	Suave	Suave	Suave	2	30			
<b>2ª semana</b>	Moderado	Suave	Suave	2	30			
<b>3ª semana</b>	Moderado	Suave	Suave	2	35	3		3
<b>4ª semana</b>	Moderado	Suave	Suave	2	35	4		4
<b>5ª semana</b>	Moderado	Suave	Moderado	2	40	5		5
<b>6ª semana</b>	Moderado	Moderado	Moderado	2	40	6		6
<b>7ª semana</b>	Exigente	Moderado	Moderado	2	40	7	7	7
<b>8ª semana</b>	Exigente	Moderado	Exigente	2	40	8	8	8
<b>9ª semana</b>	Exigente	Moderado	Exigente	2	50	9	9	9



<b>10ª semana</b>	Exigente	Exigente	Exigen te	2	50	10	10	10
-----------------------	----------	----------	--------------	---	----	----	----	----

## CALENDARIO

El programa donde se describe la duración de los distintos periodos de trabajo es el siguiente:

- Fase previa (presentación de los candidatos): una semana, 12-18 de Enero del 2015 **Naranja**.
- Recogida de datos previos a la intervención: una semana, 9-15 de Febrero del 2015 **Verde**.
- Inicio de la intervención: 16 de febrero del 2015 **Rosa**.
- Duración de la intervención: 10 semanas, desde el 16 de febrero del 2015 hasta el 24 de Abril del 2015.
- Recogida de datos en el centro de la intervención: 18-20 de Marzo del 2015 **Azul**.
- Fin de la intervención: 24 de Abril del 2015.
- Recogida de datos al final de la intervención: 27-29 de Abril del 2015 **Amarillo**.
- Recogida de datos transcurridas 40 semanas desde el inicio de la intervención: 23 al 27 de Noviembre del 2015 **Negro**.
- Análisis de datos, resultados y conclusiones: 7 -18 de Diciembre del 2015 **Fucsia**.
- Presentación del informe final: 22 de Diciembre del 2015 **Azul**.



## LIMITACIÓN Y SESGO

El presente estudio presenta dos limitaciones principales, el tamaño de la muestra ( $n=20$ ) y la condición física de los sujetos participantes. Si la muestra fuera mayor y los criterios de inclusión no limitaran el estudio a corredores de resistencia, podríamos obtener resultados más objetivos y se podría extrapolar a la población en general.

También encontramos la imposibilidad de realizar el estudio a doble ciego, ya que tanto los sujetos del estudio como los profesionales conocen la intervención que se está realizando a los pacientes.

## PROBLEMAS ÉTICOS

Al tratarse de atletas de alto nivel, la inclusión de los mismos en el estudio, podría ocasionar problemas con sus clubs y federaciones autonómicas. Los atletas entrenan y la mayoría conviven en un mismo espacio, pero pertenecen a clubs y federaciones distintas, que buscan el mayor rendimiento y cumplir las metas que les marcan, por lo que aunque en el CAR compartan médicos, entrenadores, preparadores físicos y fisioterapeutas, cada federación autonómica cuenta con su equipo particular.

Por tanto, no solo deberíamos contar con el consentimiento informado del deportista, sino también con el consentimiento de su equipo médico personal, el consentimiento por parte del club y el consentimiento por parte de su entrenador.

Los citados formularios se adjuntan en el anexo 5.

## ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

La primera parte del proyecto se realizara en el mes de enero (semana 3), cuando el CAR de Madrid presentará a los posibles candidatos a entrar en el estudio. Previamente estos sujetos habrán sido sometidos a un periodo de rehabilitación por parte del personal de la sección de fisioterapia.

Durante el desarrollo de este proyecto de investigación, el CAR informó acerca del protocolo de tratamiento que seguían los atletas afectados por PFPS, el cual se adjunta en el anexo 4. Dicho protocolo, con los ejercicios especificados en el mismo y la forma de tratamiento, no tiene evidencia científica que lo respalde, por lo que proponemos al CAR de Madrid y en especial a su servicio de fisioterapia, que modifiquen su protocolo. Recomendamos utilizar dos protocolos de tratamiento, uno de ejercicios y el otro para conseguir una activación simultanea de ambos vastos, ya que se recomienda un enfoque combinado del tratamiento (31). El protocolo de ejercicios sería el establecido por Crossley (12) , el cual está respaldado por la evidencia científica (32,33), y tiene una duración de 6 semanas. Y

el protocolo para reentrenar las contracciones simultaneas del VMO y el VL, sería el establecido por Cowan (18), respaldado igualmente por la evidencia científica (31) y con una duración similar, de 6 semanas.

El equipo que llevará a cabo el proyecto está formado por tres fisioterapeutas: uno es el director del equipo y el responsable de redactar el informe final, y los otros dos tendrán asignados un grupo, uno será responsable y coordinara al grupo A, y el otro al grupo B. Dos biomecánicos que se encargaran de recoger los datos electromiográficos, siguiendo las instrucciones que detalla Cowan en su estudio (18). También dos estudiantes becarios que se ocuparan de las encuestas y de efectuar los test, y un estadístico encargado de desarrollar el análisis estadístico.

Durante la segunda semana de febrero (semana 7 del año), se realizarán los test descritos en el anexo 2, los sujetos deberán firmar el consentimiento informado, responder las preguntas de la escala VISA-p y se realizará un estudio electromiográfico mientras pedalean, para tener datos acerca de la fuerza que desarrolla el VMO y el VL, y poder constatar si existe un retraso de la activación del VMO respecto al VL.

La parte principal del proyecto es el plan de intervención, el cual tiene una duración de 10 semanas. Comenzará el día 16 de Febrero (semana 8) y finalizara el día 23 de Abril (semana 17).

Los días 17, 18 y 19 de marzo se realizará una nueva recogida de datos, porque al situarnos en la semana 5 de intervención, estamos en el centro del plan de intervención y así se podrá realizar una comparativa de los resultados al inicio, en el centro del plan de intervención y al final de la misma. Por segunda vez, se realizarán los test descritos en el anexo 2, responderán a las preguntas de la escala VISA-p y se realizará un estudio electromiográfico similar al primero.

El día 24 de Abril finaliza el plan de intervención, y por tanto los días 27, 28 y 29 de abril, se realizarán por tercera vez los test descritos en el anexo 2, responderán a las preguntas de la escala VISA-p y se realizará de nuevo un estudio electromiográfico.

La semana del 23 al 27 de noviembre (semana 48 del año), tras haber transcurrido 40 semanas desde el inicio del plan de intervención, se realizaran por cuarta y última vez, los test descritos en el anexo 2, responderán a las preguntas de la escala VISA-p y se realizará de nuevo un estudio electromiográfico. Además se preguntará a los sujetos si tras acabar el plan de intervención del presente estudio, y habiendo informado a sus entrenadores y fisioterapeutas sobre el mismo, han seguido con el plan de ejercicios y los tiempos de pedaleo hacia atrás como método de prevención para el PFPS y lo han incluido en su rutina de entrenamientos.

Finalmente, la elaboración del informe final está prevista para desarrollarse desde el día 7 de diciembre hasta el día 18 de diciembre del 2015, con el objetivo de presentar el informe el día 22 de diciembre del 2015.

La asignación de trabajos a lo largo del presente estudio se desarrollara como se indica en la siguiente tabla:

	GRUPO A	GRUPO B
<b>Organización y responsable</b>	Fisioterapeuta 1	Fisioterapeuta 2
<b>Test (2ª semana febrero)</b>	Becario 1	Becario 2
<b>VISA-p (2ª semana febrero)</b>	Becario 1	Becario 2
<b>Estudio electromiográfico (2º semana febrero)</b>	Biomecánico 1	Biomecánico 2
<b>Test (17, 18 y 19 de marzo)</b>	Becario 2	Becario 1
<b>VISA-p (17, 18 y 19 de marzo)</b>	Becario 2	Becario 1
<b>Estudio electromiográfico (17, 18 y 19 de marzo)</b>	Biomecánico 2	Biomecánico 1
<b>Test (27, 28 y 29 de abril)</b>	Becario 1	Becario 2
<b>VISA-p (27, 28 y 29 de abril)</b>	Becario 1	Becario 2
<b>Estudio electromiográfico (27, 28 y 29 de abril)</b>	Biomecánico 1	Biomecánico 2
<b>Test (23 al 27 de noviembre)</b>	Becario 2	Becario 1
<b>VISA-p (23 al 27 de noviembre)</b>	Becario 2	Becario 1
<b>Estudio electromiográfico (23 al 27 de noviembre)</b>	Biomecánico 2	Biomecánico 1
<b>Pregunta de adhesión a la prevención. (23 al 27 de noviembre)</b>	Becario 1	Becario 2

Estos trabajos se localizaran en las siguientes salas del CAR:

	GRUPO A	GRUPO B
<b>Test y cuestionarios</b>	Sala de fisioterapia -Pabellón múltiple de alta competición I.	Sala de fisioterapia -Pabellón múltiple de alta competición II
<b>Ejercicios y bicicleta</b>	Sala de musculación - Pabellón múltiple de alta competición I.	Sala de musculación - Pabellón múltiple de alta competición II
<b>Electromiograma</b>	Sala de control médico - Pabellón múltiple de alta competición I	Sala de fisioterapia- Modulo cubierto de atletismo.

### PRESUPUESTO

El desembolso de dinero que se producirá para la financiación de este proyecto, se incluirán dentro de los costes anuales del CAR, cuyos gastos están aprobados y financiados por el Consejo Superior de Deportes (CSD).

Los espacios, materiales (gomas, step, pesas, esterillas y bicicletas) serán cedidos de forma gratuita por el CAR, para la realización del estudio.

Los participantes en el estudio, serán profesionales ya contratados por el CAR, los cuales como política interna del centro y buscando la mejora de los deportistas, deben realizar periódicamente estudios acerca de las patologías más comunes entre sus deportistas. De esta forma se busca la implantación del tratamiento recomendado por la evidencia científica y un plan de prevención de lesiones, que reduzca el número de las mismas.

La única compra que debería realizar el CAR, siempre con la autorización del CSD, sería la de un electromiógrafo, con sistema MEP de cuatro canales y amplificador, que tiene un precio de mercado de 21500 euros. Este modelo es el necesario para realizar los análisis y controlar las variables.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Vanden Berghe L, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005 Mar;13(2):122–30.
2. McCarthy MM, Strickland SM. Patellofemoral pain: an update on diagnostic and treatment options. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013 Jun;6(2):188–94.
3. Brukner, P and Khan K. Clinical sports medicine. Third edit. Pike C, editor. Meehan, N; 2006.
4. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med.* 2008 Jan;7(1):9.
5. Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H. Patellofemoral pain syndrome: validity of clinical and radiological features. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 Oct;451:223–8.
6. Labotz M. Patellofemoral syndrome: diagnostic pointers and individualized treatment. *Phys Sportsmed.* 2004 Jul;32(7):22–9.
7. Dye SF. Therapeutic Implications of a Tissue Homeostasis Approach to Patellofemoral Pain. *Sports Med Arthrosc.* 2001 Oct;9(4):306–11.
8. Näslund J, Waldén M, Lindberg L-G. Decreased pulsatile blood flow in the patella in patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 2007 Oct;35(10):1668–73.
9. McCarthy MM, Strickland SM. Patellofemoral pain: an update on diagnostic and treatment options. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013 Jun;6(2):188–94.
10. Fulkerson JP. Diagnosis and Treatment of Patients with Patellofemoral Pain. *Am J Sports Med.* 2002;30(3):447–56.
11. Bizzini M, Childs JD, Piva SR, Delitto A. Systematic review of the quality of randomized controlled trials for patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003 Jan;33(1):4–20.
12. Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med.* 30(6):857–65.
13. Smith TO, McNamara I, Donell ST. The contemporary management of anterior knee pain and patellofemoral instability. *Knee.* 2013 Sep;20 Suppl 1:S3–S15.
14. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, Vanden Bossche L, Van den Broecke W, Thijs Y, et al. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Am J Sports Med.* 2011 Jul 1;39(7):1450–5.

15. Van Tiggelen D, Cowan S, Coorevits P, Duvigneaud N, Witvrouw E. Delayed vastus medialis obliquus to vastus lateralis onset timing contributes to the development of patellofemoral pain in previously healthy men: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2009 Jun;37(6):1099–105.
16. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Feb;82(2):183–9.
17. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Does quadriceps atrophy exist in individuals with patellofemoral pain? A systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 Nov;43(11):766–76.
18. Cowan SM, Bennell KL, Crossley KM, Hodges PW, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Dec;34(12):1879–85.
19. Earl JE, Hoch AZ. A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med*. 2011 Jan;39(1):154–63.
20. Ting LH, Kautz S a, Brown D a, Zajac FE. Phase reversal of biomechanical functions and muscle activity in backward pedaling. *J Neurophysiol*. 1999 Feb;81(2):544–51.
21. Neptune RR, Kautz S a, Zajac FE. Muscle contributions to specific biomechanical functions do not change in forward versus backward pedaling. *J Biomech*. 2000 Feb;33(2):155–64.
22. Lindstedt SL, LaStayo PC, Reich TE. When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *News Physiol Sci*. 2001 Dec;16(3):256–61.
23. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B, Bazett-Jones DM, Willson JD, et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med*. 2014 Mar 1;48(6):411–4.
24. Boling MC, Bolgia LA, Mattacola CG, Uhl TL, Hosey RG. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006 Nov;87(11):1428–35.
25. Dierks T a, Manal KT, Hamill J, Davis IS. Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008 Aug;38(8):448–56.
26. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med*. 2002 Apr;36(2):95–101.
27. Callaghan MJ, McCarthy CJ, Oldham JA. Electromyographic fatigue characteristics of the quadriceps in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther*. 2001 Feb;6(1):27–33.
28. Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *J Sci Med Sport*. 1998 Jan;1(1):22–8.

29. Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Cross-cultural adaptation of VISA-P score for patellar tendinopathy in Spanish population. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011 Aug;41(8):581–91.
30. Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Athl Train.* 2002 Sep;37(3):256–61.
31. Fagan V, Delahunt E. Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. *Br J Sports Med.* 2008 Oct;42(10):789–95.
32. Frye JL, Ramey LN, Hart JM. The effects of exercise on decreasing pain and increasing function in patients with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Sports Health.* 2012 May;4(3):205–10.
33. Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SMA, Bernsen RMD, Verhaar JAN, Koes BW. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane database Syst Rev.* 2003 Jan;(4):CD003472.



## BIBLIOGRAFIA IMAGENES.

Figura 1: Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. J Athl Train. 2002 Sep;37(3):256–61.

Figura 2: Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. J Athl Train. 2002 Sep;37(3):256–61.

Figura 3: Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. J Athl Train. 2002 Sep;37(3):256–61.

Figura 4: Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. J Athl Train. 2002 Sep;37(3):256–61.

## ANEXOS

### *Anexo 1 VISA-p Score.*

La escala VISA-p se encuentra validada al castellano por Hernandez-Sanchez (29), pero al tratarse de un artículo de pago, y ya que dicha escala va a ser completada por los profesionales del estudio, se adjunta en el siguiente anexo la versión inglesa (28) .

1. For how many minutes can you sit pain free?

0 mins ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 100 mins Points ☐

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Do you have pain walking downstairs with a normal gait cycle?

strong  
severe pain ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no pain Points ☐

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Do you have pain at the knee with full active non-weightbearing knee e

strong  
severe pain ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no pain Points ☐

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Do you have pain when doing a full weight bearing lunge?

strong  
severe pain ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no pain Points ☐

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Do you have problems squatting?

Unable ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no problems Points ☐

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Do you have pain during or immediately after doing 10 single leg hops?

strong severe ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no pain Points ☐

pain/unable

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. Are you currently undertaking sport or other physical activity?

- 0 ☐ Not at all
- 4 ☐ Modified training ± modified competition
- 7 ☐ Full training ± competition but not at same level as when symptoms began
- 10 ☐ Competing at the same or higher level as when symptoms began

8. Please complete **EITHER A, B or C** in this question.

- If you have **no pain** while undertaking sport please complete **Q8a only**.
- If you have **pain while undertaking sport but it does not stop you** from completing the activity, please complete **Q8b only**.
- If you have **pain that stops you from completing sporting activities**, please complete **Q8c only**.

8a. If you have **no pain** while undertaking sport, for how long can you train/practise?

NIL	1-5 mins	6-10 mins	7-15 mins	>15 mins	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Points <input type="checkbox"/>
0	7	14	21	30	

OR

8b. If you have some pain while undertaking sport, but it does not stop you from completing your training/practice for how long can you train/practise?

NIL    1-5 mins    6-10 mins    7-15 mins    >15 mins

☐    ☐    ☐    ☐    ☐

0    4    10    14    20    Points ☐

OR

8c. If you have **pain which stops you** from completing your training/practice for how long can you train/practise?

NIL    1-5 mins    6-10 mins    7-15 mins    >15 mins

☐    ☐    ☐    ☐    ☐

0    2    5    7    10    Points ☐

---

TOTAL VISA SCORE ☐

## *Anexo 2 Test*

### *-Anteriomedial lunge test*

El sujeto se coloca detrás de la línea de salida. Flexión de rodilla de 90 grados cruzando la línea media., manteniendo un buen equilibrio y el tronco recto. Se registra la distancia entre la línea de salida y el talón del pie de la pierna flexionada. Se anota la distancia máxima de 3 intentos, y se calcula el 80% de esta distancia, para marcarlo como objetivo. El sujeto debe realizar el máximo de repeticiones en 30 segundos. No se registran las inferiores al 80%, las que se desvíen de la trayectoria o las que realicen un paso adicional. Cuando el sujeto haya realizado el test con la pierna no afectada, se ejecuta el test con la pierna sintomática, tomando el valor de referencia del 80% como objetivo.

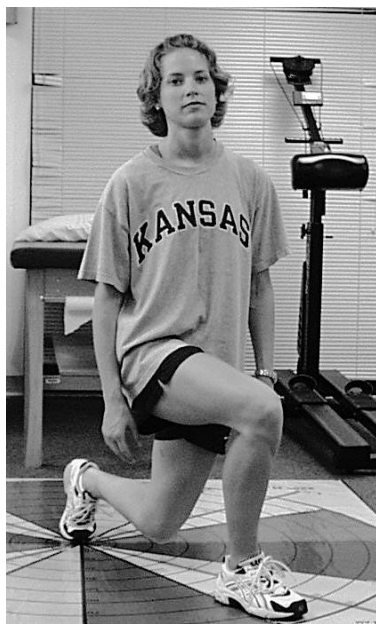


Figura 1. Anteriomedial lunge test

### *-Step-down test*

El test se efectúa desde un cajón de 20,32 cm (8 pulgadas) de alto. El sujeto se coloca sobre el cajón, y realiza un paso hacia delante y hacia abajo, hasta rozar el suelo con el talón y vuelve a la posición de partida con la pierna en extensión completa. Esto se considera como una repetición. El sujeto debe realizar el máximo de repeticiones en 30 segundos y efectuarlo con ambas extremidades.



Figura 2. Step-down test

#### Single-leg press test

Los sujetos se colocan tal como muestra la figura 3, para levantar el 50% de su peso corporal. Se considera una repetición desde la extensión completa de rodilla, hasta los 90° de flexión de rodilla y el retorno a la posición inicial. Se anotan el número de repeticiones que realiza en 30 segundos y después se testa la otra extremidad.



Figura 3. Single-leg press

#### -Bilateral squat test

Los sujetos se colocan con las rodillas en extensión completa, tronco recto, rodillas separadas a la anchura de los hombros y peso repartido igualmente entre ambas piernas. Una repetición consiste, desde la posición de partida en extensión completa de rodilla, realizar una flexión de 90° grados de

rodilla y volver a la posición de extensión completa de rodilla. Registraremos el número total de repeticiones que es capaz de realizar el sujeto en 30 segundos.

#### -Balance and reach test

Se marca una línea de inicio. El sujeto debe buscar la distancia máxima que puede llevar el talón de la pierna extendida hacia delante, cargando el peso en la otra extremidad que debe estar detrás de la línea de inicio. La distancia que registramos es desde la línea de inicio hasta el talón. Se realizan 3 ensayos, se anota la distancia máxima y se procede al cálculo del 80% de dicha distancia. Se marca la distancia calculada y se registran el número de repeticiones que es capaz de realizar el sujeto en 30 segundos. Solo se anotaran las repeticiones que igualen o superen dicha distancia. Después se realiza el test con la pierna sintomática, tomando como valor la distancia calculada.



Figura 4. Balance and reach test.

### *Anexo 3 Descripción de los ejercicios del plan de intervención*

#### EJERCICIOS DEL PLAN DE INTERVENCION (4) .

##### Ejercicios de fuerza

Nombre		Indicaciones
<b>Resisted Jump</b>	<b>Squat</b>	<p>1) Ate la goma a un objeto firme y seguro (por ejemplo, la espaldera). El otro extremo lo coloca por debajo de la cintura, y busque una ligera tensión en la goma.</p> <p>2) La posición de partida es con las caderas en rotación externa (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados con una anchura igual que la de los hombros.</p> <p>3) Doble las rodillas, manteniendo la espalda recta y sin que las rodillas sobrepasen los pies. Cuando llegue a esta posición, salte hacia arriba y vuelva a la posición de partida.</p>
<b>Box Jump</b>		<p>1) La posición de inicio es con las caderas en rotación externa (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados con una anchura igual que la de los hombros.</p> <p>2) Se prepara una plataforma de 30 cm de altura y se coloca delante de la misma.</p> <p>3) Doble ligeramente las rodillas y caderas, espalda recta y sin superar con las rodillas el límite de los pies.</p> <p>4) Salte hacia la plataforma, siendo su posición de aterrizaje igual a la anterior al salto.</p> <p>5) Se baja lentamente de la plataforma y se prepara para otra repetición. Si al aterrizar sobre la caja, la flexión de rodilla es superior a 90 grados, hay que disminuir la altura de la caja, ya que es alta para el sujeto.</p>



## Ejercicios poliarticulares

Nombre	Indicaciones
<b>Squats 40° Flexión de rodilla</b>	<p>1) La posición de inicio es con las caderas en rotación externa (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados con una anchura igual que la de los hombros.</p> <p>2) Doble progresivamente las rodillas, hasta llegar a la posición de cuclillas, manteniendo la espalda recta y elevando los brazos, de tal forma que sus brazos y su espalda dibujen una línea recta. La planta de los pies debe mantenerse toda en contacto, durante la realización del ejercicio.</p> <p>3) La fase de ascenso, se realiza manteniendo la columna recta y descendiendo los brazos progresivamente, y cuidando de no realizar el ejercicio muy rápido y evitando la hiperextensión de rodilla al finalizar la repetición.</p>
<b>Forward Lunge</b>	<p>1) La posición de inicio es con las caderas en rotación externa (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados por 15 centímetros.</p> <p>2) De un paso hacia delante, espalda recta y el pie trasero se mantiene en la misma posición. La rodilla de la pierna adelantada debe estar a la misma altura que el pie, pero sin sobrepasarlo y la otra rodilla se dobla hasta mantener una distancia con el suelo de entre 2,5 y 5 centímetros.</p> <p>3) Se vuelve a la posición inicial realizando un ascenso, el pie adelantado vuelve a la posición de salida.</p> <p>4) Se repite el ejercicio, variando la pierna adelante. Una repetición es cuando se ha realizado con ambas extremidades.</p>
<b>Forward Step-Ups</b>	<p>1) La posición de inicio es con las caderas en rotación externa (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados una</p>

anchura similar a la de los hombros.

2) Se prepara una plataforma, que su altura puede variar entre los 30 y 45 cm de altura y se coloca delante de la misma.

3) Manteniendo la espalda recta, doble la rodilla y adelante su pierna hasta colocarla encima de la plataforma. Se impulsa con esa pierna y ascienda la pierna trasera en extensión, para colocarla en paralelo y sobre la plataforma.

4) Vuelva a la posición inicial y repita el ejercicio con la otra pierna, esto representa una repetición.

### Ejercicios específicos

Nombre	Musculo objetivo	Indicaciones
<b>Romanian Dead Lift (RDL)</b>	Isquiotibiales	<p>1) La posición de inicio es con las caderas en rotación externa, entre 30 y 45 grados (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados una anchura similar a la de los hombros.</p> <p>2) Flexión ligera de cadera y rodilla. La espalda debe estar recta, paralela al suelo, plana y sin una curvatura lumbar excesiva.</p> <p>3) Coja una pesa de 1 o 2 kg en cada mano.</p> <p>4) Flexión de rodillas, sin modificar la posición de la espalda y para conseguir que las pesas, con los brazos extendidos realicen una distancia de 5 centímetros.</p>
<b>Back Extension</b>	Isquiotibiales	<p>1) En la máquina de extensión, el atleta se coloca en ella y las manos en la zona nuchal, a nivel de C1.</p> <p>2) Comienza el ejercicio en 0° de flexión de cadera, zona abdominal en contracción isométrica y el atleta comienza a</p>

		<p>descender hasta los 45° de flexión de cadera.</p> <p>3) Desde los 45° de flexión de cadera, vuelve a la posición inicial, utilizando los isquiotibiales y el glúteo mayor.</p>
<b>Puentes</b>	Cuádriceps	<p>1) En decúbito supino, con las rodillas flexionadas y apoyando la columna lumbar.</p> <p>2) Contracción isométrica de la zona abdominal, se eleva la zona lumbar y pélvica, utilizando como zona de apoyo los pies y la zona escapular.</p> <p>3) En esta posición, una pierna en rotación externa de 30°, se eleva realizando una flexión de cadera, extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo. Mantiene esa posición.</p> <p>4) Desciende a la posición anterior. Se realiza el ejercicio con la otra extremidad.</p>
<b>Extensión final de rodilla en cadena cinética cerrada</b>	Cuádriceps	<p>1) La posición de inicio es con las caderas en rotación externa, entre 30 y 45 grados (marcando las 10 y las 2 en un reloj), y pies separados una anchura similar a la de los hombros.</p> <p>2) La goma atada a un objeto firme y seguro (por ejemplo, la espaldara), y el otro extremo a nivel de la articulación de la rodilla.</p> <p>3) Flexión de rodilla de 30° y regreso a la posición de extensión.</p>
<b>Resistencia manual con goma</b>	Abductor/ Aductor de cadera	<p>1) En decúbito supino. Un extremo de la goma en el pie y el otro agarrado con la mano.</p> <p>2) El paciente le da tensión a la goma, y realiza una abducción de cadera.</p> <p>3) Cuando ha llegado al límite máximo de abducción de cadera, se cambia el sentido de la goma. Se proporciona</p>

tensión a la misma y realiza una aducción de cadera.

## Ejercicios de estiramiento

Nombre	Indicaciones
<b>Thomas Test Stretch/ Single Leg Sprinter Stretch</b>	<p>1) En decúbito supino, una pierna en extensión de cadera y rodilla, y flexión dorsal de tobillo. La otra pierna en flexión de cadera y rodilla, y flexión dorsal de tobillo.</p> <p>2) El paciente intenta forzar la flexión de cadera, para ganar grados, manteniendo la otra pierna fija, sin que se eleve.</p>
<b>Ely Test Stretch</b>	<p>1) En decúbito prono, se produce una flexión pasiva de la rodilla, ejerciendo dicha fuerza en el extremo distal de la tibia.</p>
<b>Supine Gastrocnemius Stretch</b>	<p><b>AIS</b></p> <p>1) En decúbito supino, caderas en flexión y rodillas en extensión.</p> <p>2) Contracción del tibial anterior para buscar la máxima flexión dorsal activa.</p> <p>3) Con una goma colocada en la planta del pie, forzamos la flexión dorsal tirando de ella con las manos. Mantenemos la posición 2 segundos y se realiza el mismo procedimiento con el otro tobillo.</p>
<b>Supine Dorsiflexion Hamstring Stretch</b>	<p><b>AIS</b></p> <p>1) El atleta en decúbito supino con las caderas y rodillas en extensión, y tobillo en flexión dorsal.</p> <p>2) Flexión de cadera de una de las extremidades, contrayendo el cuádriceps, para buscar una mayor flexión.</p> <p>3) Se coloca una goma desde la base del pie a las manos y se ayuda a aumentar el ángulo.</p> <p>4) Se mantiene la posición durante 2 segundos y después se repite con la otra extremidad, para completar una repetición.</p>

<b>Supine</b>	<b>AIS</b>	1) El atleta en decúbito supino con las caderas y rodillas en extensión, y tobillo en flexión plantar.
<b>Plantarflexion</b>		
<b>Hamstring Stretch</b>		2) Flexión de cadera de una de las extremidades, contrayendo el cuádriceps, para buscar una mayor flexión.
		3) Se coloca una goma desde la base del pie a las manos y se ayuda a aumentar el ángulo.
		4) Se mantiene la posición durante 2 segundos y después se repite con la otra extremidad, para completar una repetición.
<b>Long AIS Adductors Stretch</b>		1) El atleta está en decúbito supino, con flexión de cadera y aducción, extensión de rodilla y tobillo en flexión dorsal.
		2) Contracción de los abductores de cadera, hasta llegar al máximo rango del movimiento.
		3) Se mantiene la posición durante 2 segundos y después se repite con la otra extremidad, para completar la repetición.
<b>Four Point Stretch</b>		1) El atleta en cuadrúpeda. La extremidad inferior a 90 grados de flexión de rodilla, flexión dorsal del pie y abducción máxima de cadera.
		2) Espalda recta y plana, realizando una contracción isométrica del cinturón abdominal.
<b>Rotación interna de cadera</b>		1) El atleta en decúbito supino, con las rodillas en flexión y rotación interna de cadera.
		2) Intenta aumentar progresivamente la rotación interna.
<b>Rotación externa de cadera.</b>		1) El atleta en decúbito supino, con una rodilla en flexión y rotación externa.
		2) Una mano la coloca sobre los maléolos realizando fuerza hacia arriba y la otra mano en la zona de la rodilla, empujando hacia abajo.

	3) El objetivo es llegar al máximo de la rotación externa de cadera.
<b>Figure-of-Four Stretch</b>	<p>1) El atleta se encuentra en decúbito supino.</p> <p>2) Flexión y rotación externa de cadera, y flexión de rodilla de una de las piernas. La otra extremidad se realiza una flexión de rodilla y cadera.</p> <p>3) La pierna que está en rotación externa se coloca sobre la rodilla flexionada y agarrando la otra extremidad desde los maléolos , se intenta aproximar hacia el pecho.</p>
<b>Lying IT Band Stretch</b>	<p>1) El atleta en decúbito supino, con una pierna en extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo. La otra pierna en aducción de cadera y flexión de rodilla.</p> <p>2) El atleta empuja desde el epicondilo de la pierna que está en aducción de cadera, para llegar al máximo rango de movimiento.</p>
<b>Seated IT Band Stretch</b>	<p>1) El atleta en sedestación, con una de las piernas en flexión de cadera y rodilla. La otra pierna en flexión de cadera, extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo.</p> <p>2) Con la pierna que tiene la rodilla en flexión, el atleta realiza una aducción de cadera y la coloca al otro lado de la pierna extendida.</p> <p>3) El atleta gira el cuello y el torso hacia el lado de la pierna estirada, manteniendo las caderas en el suelo.</p>

#### *Anexo 4 Protocolo del CAR.*

El protocolo de tratamiento de los atletas afectados por PFPS, proporcionado por el señor Ángel Basas García, responsable del área de fisioterapia del CAR de Madrid está enfocado al reforzamiento muscular, con especial énfasis en el vasto interno.

Consta de 3 partes:

- 1.-Electroestimulación global isométrica-estática del cuádriceps a 0° de rodilla. El canal del vasto interno ligeramente con más intensidad que el resto 4 series de 25 repeticiones.
- 2.-Máquina monoarticular de cuádriceps “Sólo” en los últimos 20°. Más sería dañino para el cartílago 4 x 10 con una sola pierna.
- 3.-Prensa monopodal. Comenzando en 30° y cada semana subir 10° hasta un máximo de 90°. 4 x 10.

Los dos últimos ejercicios se realizan en circuito. En pretemporada se realiza tres veces por semana, dos veces en precompetición y si tiene molestias, se puede repetir alguna sesión en periodo competitivo.

Si el atleta tiene alguna molestia entrenando o en competición, se aplica un vendaje de desviación rotuliana.

### **Consentimiento informado para el deportista**

Formulario de consentimiento

Título del estudio:

#### **¿Para qué se firma este documento?**

Lo firma para poder participar en el estudio.

#### **¿Por qué se está haciendo este estudio de investigación?**

Queremos saber más sobre cómo ayudar a los deportistas que tienen Síndrome de Dolor Femoropatelar. Este estudio nos ayudará a aprender más sobre la rehabilitación. Les estamos pidiendo a deportistas como usted, que nos ayuden.

#### **¿Qué pasa si digo “sí, quiero participar en el estudio”?**

Si dice que sí:

- Le realizaremos unos test físicos para valorar el grado de afectación de PFPS.
- Le daremos un formulario con preguntas para que usted las conteste.
- Si quiere, podemos leerle las preguntas en voz alta y escribir sus respuestas en el formulario.

Estas preguntas no tienen respuestas correctas o incorrectas.

#### **¿Cuánto tiempo tomará el estudio?**

El estudio durara alrededor de 10 meses.

#### **¿Qué pasa si digo “no quiero participar en el estudio”?**

Nadie le tratará en manera diferente. A usted no se le penalizará. No perderá ningún beneficio. La atención que recibe por parte del médico y su fisioterapeuta no cambiará.

#### **¿Qué pasa si digo que sí, pero cambio de opinión más tarde?**

Usted puede dejar de participar en el estudio en cualquier momento. A usted no se le penalizará. Aunque no recibirá el beneficio de estar en el estudio, no perderá ningún otro beneficio.

#### **¿Quién verá mis respuestas?**

Las únicas personas autorizadas para ver sus respuestas son las que trabajan en el estudio y las que se aseguran de que éste se realice de manera correcta.



Sus respuestas a la encuesta, su información médica, y una copia firmada de este documento se mantendrán bajo llave en nuestros archivos. No incluiremos sus respuestas en su expediente médico.

Cuando compartamos los resultados del estudio, en revistas científicas o en congresos de salud, no incluiremos su nombre. Haremos todo lo posible para que nadie fuera del estudio sepa que usted participó en él.

**¿Me costará algo participar en el estudio?**

No.

**Participar en el estudio, ¿me ayudará de alguna manera?**

Si el estudio consigue el objetivo con el que fue planteado, usted se beneficiara, ya que obtendrá una mejora o recuperación total de PFPS. También ayudara a personas que estén afectadas de PFPS pero no hayan sido incluidas en este estudio.

**Participar en este estudio, ¿podría ser malo para mí, de alguna manera?**

No.

Haremos todo lo posible para proteger su privacidad.

**¿Qué debo hacer si tengo preguntas?**

Por favor llame al director del estudio, Buis Gracia Pera con teléfono 6XXXXXXX, si:

- Tiene alguna pregunta sobre el estudio.
- Tiene preguntas sobre sus derechos.
- Cree que se ha lesionado de alguna manera por participar en este estudio.

**¿Tengo que firmar este documento?**

No. Fírmelo solamente si desea participar en el estudio.

**¿Qué debo hacer si quiero participar en el estudio?**

Tiene que firmar este documento. Le entregaremos una copia.

Al firmar este documento está diciendo que:

- Está de acuerdo con participar en el estudio.
- Le hemos explicado la información que contiene este documento y hemos contestado todas sus preguntas.

Usted sabe que:

- No tiene que contestar preguntas que no quiera contestar.
- En cualquier momento, puede dejar de contestar nuestras preguntas y no le pasará nada a usted.

\_\_\_\_\_  
Su nombre (en letra de molde)

\_\_\_\_\_  
Su firma

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre de la persona que explica el consentimiento (en letra de molde)

\_\_\_\_\_  
Firma de la persona que explica el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Fecha

### **Consentimiento informado del club**

D/D. <sup>a</sup> ..... natural de.....

con domicilio en .....

Ciudad..... Provincia.....

con DNI....., presidente del club .....

y abajo firmante, ha sido INFORMADO DETALLADAMENTE SOBRE el estudio de investigación del que va a ser participe, el atleta.....miembro de su club.

.....

Asimismo, y al tratarse de un estudio del ámbito de la fisioterapia, adjuntamos la firma del responsable médico o del fisioterapeuta de nuestro club, el cual manifiesta haber sido informado igualmente de dicho estudio.

D/D. <sup>a</sup> ..... natural de.....

con domicilio en .....

Ciudad..... Provincia.....

con DNI....., medico/ fisioterapeuta del club .....

y abajo firmante, ha sido INFORMADO DETALLADAMENTE SOBRE el estudio de investigación del que va a ser participe, el atleta.....miembro de su club.

por lo cual, entendemos y aceptamos los anteriores puntos por lo que firmamos el presente CONSENTIMIENTO INFORMADO.

En la fecha..... de..... del año 20.....

Presidente del club

Médico/ Fisioterapeuta responsable

**Consentimiento informado del entrenador**

D/D. <sup>a</sup> ..... natural de.....

con domicilio en .....

Ciudad..... Provincia.....

con DNI.....,

y abajo firmante, ha sido INFORMADO DETALLADAMENTE SOBRE el estudio de investigación del que va a ser participe, el atleta..... del cual es su entrenador.

Por lo cual, entiendo y acepto los anteriores puntos por lo que firmo el presente CONSENTIMIENTO INFORMADO.

En la fecha..... de..... del año 20.....

Entrenador